

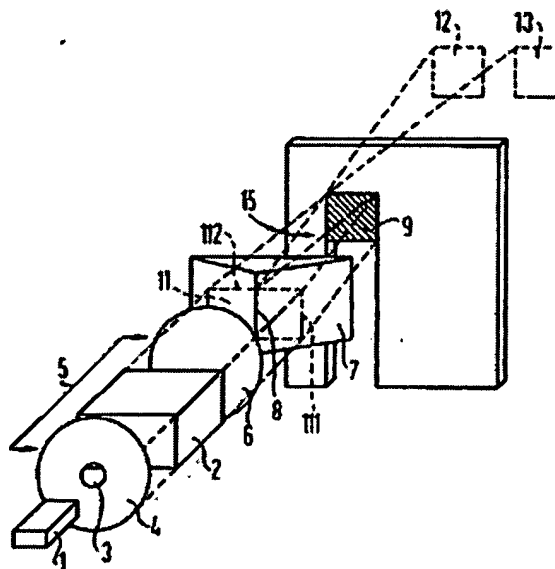
Optical element for obtaining an approximately uniform illumination in a plane of observation

Patent number: DE3904896
Publication date: 1990-08-23
Inventor: KRIMMEL EBERHARD PROF DR (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: G02B27/09; G02B27/12; H01S3/00; G02B27/09;
G02B27/12; H01S3/00; (IPC1-7): B23K26/00;
G02B26/00; G02B27/10
- european: G02B27/09; G02B27/09B; G02B27/12; H01S3/00F
Application number: DE19893904896 19890217
Priority number(s): DE19893904896 19890217

Report a data error here

Abstract of DE3904896

The bundle (11) of light rays, produced by a high-power laser (1, 2, 4, 6), is split by a biprism (7). The two partial bundles (12, 13) thereby formed are guided together in the plane of observation (9) in an overlapping and superposed manner. This superposition levels the differences in brightness between centre and edge.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3904896 A1

⑳ Aktenzeichen: P 39 04 896.9
㉑ Anmeldetag: 17. 2. 89
㉒ Offenlegungstag: 23. 8. 90

㉓ Int. Cl. 5:
G 02 B 27/10
G 02 B 26/00
B 23 K 26/00
// H 01 L 21/268

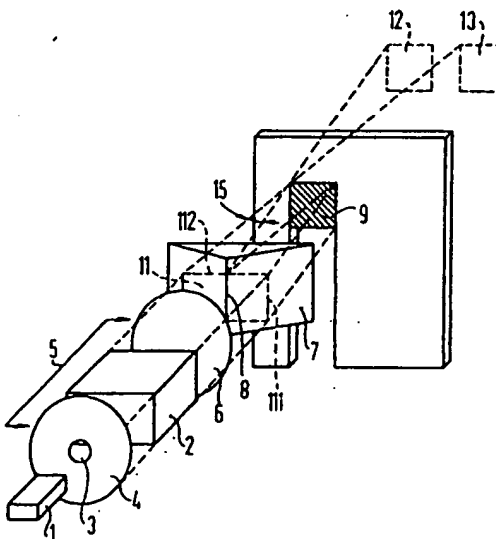
DE 3904896 A1

㉔ Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉕ Erfinder:
Krimmel, Eberhard, Prof. Dr., 8023 Pullach, DE

㉖ Optisches Element zur Erzielung einer annähernd gleichmäßigen Beleuchtungsstärke in einer Beobachtungsebene

Das von einem Hochleistungslaser (1, 2, 4, 6) erzeugte Lichtstrahlbündel (11) wird von einem Biprisma (7) geteilt. Beide dabei gebildeten Teilbündel (12, 13) werden in der Beobachtungsebene (9) sich überdeckend und überlagernd zusammengeführt. Durch diese Überlagerung werden die Helligkeitsunterschiede zwischen Zentrum und Rand nivelliert.



DE 3904896 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzielung einer zumindest annähernd gleichmäßigen Beleuchtungsstärke in einer Beobachtungsebene mit einer Lichtquelle, von der ein zumindest näherungsweise kollineares Lichtstrahlbündel erzeugt ist, und mit einer Einrichtung, in der das Lichtstrahlbündel optisch verändert ist für eine Beleuchtung der Beobachtungsebene.

Bei der technischen Anwendung von Laserstrahlbündeln, beispielsweise zum laserinduzierten oder laserverstärkten großflächigen chemischen Abscheiden von Mikrostrukturen, oder beispielsweise zum ablativen Schneiden oder Bearbeiten von Keramik, sind Laserstrahlbündel mit konstantem Intensitätsquerschnitt, einem sog. Kastenprofil, von einer wesentlichen Bedeutung, damit die geforderten Arbeitstoleranzen eingehalten werden können. Üblicherweise werden Streukörper, Streuscheiben, oder Streurohre verwendet. Das kohärente Laserlicht wird durch die genannten Elemente einer Streuung in große Raumwinkel unterworfen, um eine gute und gleichmäßige Durchmischung des Lichtbündels zu erreichen. Dabei wird ein relativ großer Intensitätsverlust registriert.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung anzugeben zur Erzielung einer zumindest annähernd gleichmäßigen Beleuchtungsstärke in einer Beobachtungsebene.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Die Erfindung beruht darauf, daß durch eine Einrichtung das Lichtstrahlbündel geteilt ist, und dabei gebildete Teilbündel des Lichtstrahlbündels in der Beobachtungsebene sich überdeckend und überlagernd zusammengeführt sind.

Besonders große Vorteile ergeben sich daraus für die Nutzung der Lichtintensität.

Für die Teilung und Überlagerung der Teilbündel des Lichtstrahlbündels ist eine Anordnung von zumindest einer brechenden Fläche vorteilhaft. Beispielsweise kann eine brechende Fläche im Lichtstrahlbündel so angeordnet sein, daß sie sich in einem Teil des Querschnittes des Lichtstrahlbündels befindet und auf diese Weise das Lichtstrahlbündel in Teilbündel teilt.

Für die Teilung und Überlagerung der Teilbündel des Lichtstrahlbündels ist eine Anordnung von zumindest einer Spiegelfläche vorteilhaft. Beispielsweise kann eine Spiegelfläche im Lichtstrahlbündel so angeordnet sein, daß sie sich in einem Teil des Querschnittes des Lichtstrahlbündels befindet und auf diese Weise das Lichtstrahlbündel in Teilbündel teilt.

Die Teilbündel des Lichtstrahlbündels werden vorteilhaft in der Beobachtungsebene sich überdeckend und überlagernd zusammengeführt für eine Nivellierung von Helligkeitsunterschieden des Lichtstrahlbündels. Dies erfolgt durch eine Ablenkung um einen Winkel von zumindest einem Teilbündel des Lichtstrahlbündels. Diese Ablenkung wird dabei von zumindest einer brechenden Fläche erzielt oder von zumindest einer Spiegelfläche bewirkt. Einen Winkel einschließend werden Teilbündel in der Beobachtungsebene sich überdeckend und überlagernd zusammengeführt.

Bei einem veränderlichen Abstand zur Beobachtungsebene wird zumindest eine brechende Fläche, z.B. eines membranbegrenzten Flüssigkeits- oder Gasvolumens, oder eine Spiegelfläche schwenkbar oder drehbar vorteilhaft so angeordnet, daß dem jeweiligen Abstand entsprechend die Teilbündel in der Beobachtungsebene

sich überdeckend und überlagernd zusammengeführt sind.

Die in der Beobachtungsebene sich überdeckend und überlagernd zusammengeführten Teilbündel des Lichtstrahlbündels erzeugen in der Beobachtungsebene eine zumindest annähernd gleichmäßige Lichtintensität, insbesondere bei vernachlässigbaren kohärenten Anteilen des Lichtes des Lichtstrahlbündels. Bei kohärenten und inkohärenten Anteilen des Lichtes des Lichtstrahlbündels wird die Lichtintensität des inkohärenten Anteiles des Lichtes moduliert durch das Interferenzmuster des kohärenten Anteils des Lichtes in der Beobachtungsebene.

Beispielsweise bei einer Verwendung von Laserlicht mit überwiegend kohärenten Anteilen des Lichtes des Lichtstrahlbündels werden die Teilstrahlen vorteilhaft unter einem ausreichend großen Winkel in der Beobachtungsebene zusammengeführt, wobei die dabei entstehenden Helligkeitsunterschiede des Interferenzmusters in derart geringem Abstand gebildet werden, so daß beispielsweise bei einer Materialbearbeitung eines ablativen Abtragens oder Schneidens diese durch die Interferenz gebildeten Helligkeitsunterschiede keine entscheidende Rolle spielen und deshalb vernachlässigt werden können.

Andererseits gibt es auch Anwendungsfälle einer Materialbearbeitung für eine Herstellung gleichmäßig periodischer Strukturen, beispielsweise Gitterstrukturen. In diesem Fall ist die gleichmäßige Lichtintensität und die gleichmäßige Modulation der Lichtintensität vorteilhaft anwendbar zur Materialbearbeitung.

Vorteilhaft geeignet ist die Verwendung eines rechteckigen Querschnitts des Lichtstrahlbündels und rechteckiger Querschnitte der Teilbündel des Lichtstrahlbündels. Besonders beim ablativen Abtragen und Schneiden ist die Einhaltung von Fertigungstoleranzen dadurch erleichtert.

Vorteilhaft für eine einfache Form der Ausführung der Vorrichtung ist eine Verwendung von zwei Teilbündeln eines Lichtstrahlbündels.

Vorteilhaft ist die Verwendung eines bekannt einfach herstellbaren Biprismas.

Eine Verwendung von zwei Spiegeln erbringt den Vorteil, daß zumindest ein Spiegel drehbar angeordnet werden kann, wodurch der Winkel zwischen den Teilbündeln des Lichtstrahlbündels änderbar ist, sodaß der Abstand der Beobachtungsebene variiert ist.

Die Verwendung eines Hochleistungslasers als Lichtquelle bringt den Vorteil, daß eine große Lichtintensität zur Verfügung steht.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Inhomogenität der Lichtintensität eines Lichtstrahlbündels an den Außenbereich verlagert, wo sie durch Ausblendung vorteilhaft leicht unschädlich gemacht werden kann. Im Überlagerungsgebiet der Teilbündel erfolgt eine Homogenisierung der Lichtintensität.

Die Teilung des Lichtstrahlbündels zu Teilbündeln erfolgt dabei bevorzugt durch optische Prismenflächen, beispielsweise eines Biprismas, einerseits oder andererseits durch Spiegelflächen, beispielsweise eines Doppelspiegels. Ein Biprisma ist beispielsweise bei einem rechteckigen Querschnitt des Lichtstrahlbündels bevorzugt so angeordnet, daß die Dachkante des Biprismas parallel zur kurzen Kante des rechteckigen Querschnittes des Lichtstrahlbündels vorgesehen ist. Dadurch können unerwünschte Interferenzerscheinungen weitgehend unterdrückt werden.

Für eine Herstellung periodischer Strukturen mit Hil-

fe einer gleichmäßigen mittleren Beleuchtungsstärke ist die Dachkante des Biprismas vorteilhaft parallel zur langen Kante des rechteckigen Querschnitts des Lichtstrahlbündels angeordnet.

Bei einer Verwendung von Spiegelflächen erfolgt dabei vorteilhaft eine Umlenkung in eine andere Richtung als die Strahlachse des Lichtstrahlbündels, beispielsweise zur Erleichterung der Bearbeitung einer Struktur.

Die Beobachtungsebene liegt in einem Abstand, der vom Winkel zwischen den Teilbündeln des geteilten Lichtstrahlbündels bestimmt wird. Bei einer Verwendung eines Hochleistungslasers beispielsweise treten fallweise in der Beobachtungsebene Lichtstrahlinterferenzen auf. In diesem Fall ist der Winkel zwischen den Teilbündeln des geteilten Lichtstrahlbündels so zu wählen, daß der Streifenabstand des Lichtstrahlinterferenzmusters derart klein ist, daß er vernachlässigt werden kann.

Die Erfindung wird anhand der Figur und mit einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Die Figur zeigt einen Hochleistungslaser mit einem Biprisma beim ablativen Schneiden einer Platte in der Beobachtungsebene.

Wie die Figur zeigt, wird ein in einem Oszillator 1 eines Hochleistungslasers erzeugter Lichtstrahl durch ein zentrales Loch 3 eines Resonatoreintrittsspiegels in einen Resonator 5 des Hochleistungslasers eingeleitet. Der Resonator 5 des Hochleistungslasers besteht aus einem Resonatoreintrittsspiegel 4 und einem halbdurchlässigen Resonatoraustrittsspiegel 6. Im Resonator 5 zwischen dem Resonatoreintrittsspiegel 4 und dem Resonatoraustrittsspiegel 6 befindet sich der Verstärker 2 des Hochleistungslasers. Das verstärkte Lichtbündel 11 verläßt den Resonator durch den halbdurchlässigen Resonatoraustrittsspiegel 6, wobei das Lichtstrahlbündel 11 einen rechteckigen Querschnitt und eine Lichtintensitätsmodulation aufweist. In der Mitte des Lichtstrahlbündels 11 ist bei diesem Ausführungsbeispiel die Lichtintensität größer als am Rand.

Im Strahlengang des Lichtstrahlbündels 11 befindet sich ein Biprisma 7. Die Dachkante 8 des Biprismas 7 befindet sich dabei im Zentrum des Lichtstrahlbündels 11. Mit Bezug zum rechteckigen Querschnitt des Lichtstrahlbündels 11 ist dabei die Dachkante 8 des Biprismas 7 so angeordnet, daß die Dachkante 8 des Biprismas 7 parallel zur kurzen Seite 111 des rechteckigen Bündelquerschnitts 11 verläuft und die lange Seite 112 des rechteckigen Bündelquerschnitts halbiert. Beide Prismenflächen des Biprismas 7 schließen dabei mit der Richtung des Lichtstrahlbündels 11 einen gleichen Winkel ein. Die Austrittsfläche des Biprismas liegt parallel zur Beobachtungsebene 9.

Durch das Biprisma wird das Lichtstrahlbündel 11 in zwei Teilbündel 12 und 13 aufgeteilt. Durch die aus der Figur ersichtliche Anordnung der Dachflächen des Biprismas 7 wird erreicht, daß die Teilbündel 12 und 13 einander durchdringen, wobei sie einen Winkel 15 einschließen. Der Abstand des Biprismas 7 von der Beobachtungsebene 9 ist dabei so gewählt, daß beide Teilbündel 12 und 13 in der Beobachtungsebene 9 einander überdeckend und überlagernd zusammengeführt sind. Dabei wird die hohe Lichtintensität in der Mitte des Lichtstrahlbündels 11, also im Bereich der Dachkante 8 des Biprismas 7 mit der niedrigeren Lichtintensität im Bereich der Begrenzung 111 des rechteckigen Lichtbündelquerschnitts überlagert. Bedingt dadurch wird in der Beobachtungsebene 9 eine gleichmäßige Lichtintensität erhalten.

Der Hochleistungslaser dieses Ausführungsbeispiels sendet das Licht mit einer Wellenlänge von ungefähr 299 nm aus, und einem Öffnungswinkel von 0,5 mrad. Der rechteckige Querschnitt des ausgesendeten Lichtstrahlbündels 11 hat an der kurzen Seite 111 eine Länge von 0,5 cm, und an der langen Seite 112 eine Länge von 2 cm. Das in diesem Ausführungsbeispiel verwendete Biprisma weist einen Umlenkwinkel von 0,04 rad auf. Der Abstand zwischen der Beobachtungsebene und dem Biprisma beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel 40 cm. Der Streifenabstand des die Intensitätsverteilung modulierenden Interferenzmusters des kohärenten Lichtanteiles in der Beobachtungsebene läßt sich rechnerisch abschätzen und liegt bei ungefähr 5 µm. Dieser Wert ist so niedrig, daß er vernachlässigt werden konnte.

Die Vorrichtung dieses Ausführungsbeispiels ist jedoch auch geeignet zur Erzeugung einer Mikrostruktur eines Gitters mit 5 µm Streifenabstand und einer gleichmäßigen periodischen Struktur.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzielung einer zumindest annähernd gleichmäßigen Beleuchtungsstärke in einer Beobachtungsebene (9) mit einer Lichtquelle (1, 2, 4, 6), von der ein zumindest näherungsweise kollineares Lichtstrahlbündel (11) erzeugt ist, und mit einer Einrichtung (7), in der das Lichtstrahlbündel (11) optisch verändert ist für eine Beleuchtung der Beobachtungsebene (9), dadurch gekennzeichnet, daß durch die Einrichtung (7) das Lichtstrahlbündel (11) geteilt ist, und dabei gebildete Teilbündel (12, 13) des Lichtstrahlbündels (11) in der Beobachtungsebene (9) durch die Einrichtung (7) sich überdeckend und überlagernd zusammengeführt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Einrichtung (7) zumindest ein optisch brechendes Element (7) vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das optisch brechende Element (7) drehbar oder schwenkbar angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Einrichtung (7) zumindest eine Spiegelfläche vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Spiegelfläche drehbar oder schwenkbar angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein rechteckiger Querschnitt (111, 112) des Lichtstrahlbündels (11) und rechteckige Querschnitte der Teilbündel (12, 13) des Lichtstrahlbündels (11) vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Teilbündel (12, 13) des Lichtstrahlbündels (11) vorgesehen sind.
8. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (7) ein optisches Biprisma ist.
9. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (7) aus zwei Spiegeln besteht.
10. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (1, 2, 4, 6) ein Hochleistungslaser ist.

11. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Beobachtungsebene (9) durch einen kohärenten Anteil des Lichtstrahlbündels (11) ein Interferenzmuster mit einer periodisch gleichmäßigen Beleuchtungsstärke gebildet ist. 5

12. Vorrichtung nach einem der genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (7) ein lichtbrechendes Element, bestehend aus einem oder mehreren membranbegrenzten Flüssigkeits- oder Gasvolumina, ist, dessen brechende Eigenschaften durch mechanische Verstellung der Membrane verändert werden können. 10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

—Leerseite—

